

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАДПРОВІДНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Гончаров Є.В., Поляков І.В., Крюкова Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

З відкриттям надпровідності з'явилась теоретична можливість передавати електричну енергію без витрат активної потужності. Однак, достатньо невисокі критичні параметри низькотемпературних надпровідних (НТНП) матеріалів, а також відсутність достатньо потужної і надійної холодильної техніки (температура рідкого гелію) унеможлилювали реалізацію надпровідникової електропередачі. Значні капітальні витрати на НТНП матеріали, прокладання та криостатування кабельної лінії, холодильну техніку, робили НТНП лінії економічно не вигідними.

З появою високотемпературних надпровідних (ВТНП) матеріалів (температура рідкого азоту) розробки надпровідних ліній електропередачі суттєво наблизились до їх впровадження. Силові ВТНП кабельні лінії були визнані в світовій практиці, оскільки вони дозволяють вирішити проблеми передачі великих потоків електроенергії та енергозбереження. Шляхом заміни традиційних силових кабелів надпровідними може бути досягнуте значне збільшення (3–8 разів) потужності розподільних мереж без зміни напруги.

Надпровідний кабель у середині містить пучок мідних проводів. По окружності укладаються ВТНП стрічки провідників 2-го покоління, які являють собою тонке покриття на поверхні підкладки (ВТНП 5 % перерізу проти 40 % для 1-го покоління). ВТНП стрічки укладаються спіраллю, скручуються під кутом – це перший шар (повиву). Поверх цього шару укладається другий шар надпровідних стрічок із протилежним напрямком скрутки. Потім накладається ізоляція товщиною 6–12 мм, і ще приблизно така ж кількість надпровідних стрічок (надпровідний екран). Поверху накладається мідний екран – це захист надпровідника. Цей кабель упаковується в криостат – довгу гнучку подвійну трубу з гофрованої нержавійки, де внутрішня труба, по якій прокачується рідкий азот, обмотана так званою суперізоляцією, а між двома трубами відкачане повітря (високовакуумна термоізоляція).

Основною перевагою ВТНП лінії електропередачі є її здатність при температурі 65–70 К передавати високі потужності (більше 1 ГВА) з мінімальними електричними втратами при напругах 64–128 кВ, за рахунок високої критичної щільності струму ($j_k > 100 \text{ А/мм}^2$ у порівнянні 1–2 А/мм^2 у звичайних металевих кабелях). При відстанях більше 2–3 км передача енергії по ВТНП кабелях є вже менш ефективною через втрати на змінному струмі. У зв'язку з цим розробка ВТНП ліній на постійному струмі є досить економічно обґрунтованою.

Таким чином, основні переваги силових ВТНП кабелів – це високе струмове навантаження при напрузі 10–20 кВ, що дає значну економію капітальних витрат і міських земельних ресурсів за непотрібністю проміжних підстанцій, малі втрати потужності, екологічна чистота (відсутність масел, мінімальний електромагнітний і тепловий вплив), високий рівень пожежної безпеки.